ChinaXiv合作期刊

专刊：地球大数据驱动联合国可持续发展目标实现
Big Earth Data for Implementing the Sustainable Development Goals

战略与实践
Strategy and Practice

联合国可持续发展目标6（清洁饮水与卫生设施）监测评估：进展与展望

卢善龙[1,2*] 贾 立[2] 蒋云钟[3] 王宗明[4] 段洪涛[5,6] 沈 明[5] 田 雨[3] 卢 静[2]

1 可持续发展大数据国际研究中心 北京 100094
2 中国科学院空天信息创新研究院 北京 100094
3 中国水利水电科学研究院 北京 100048
4 中国科学院东北地理与农业生态研究所 长春 130102
5 中国科学院南京地理与湖泊研究所 南京 210008
6 西北大学 城市与环境学院 西安 710127

chinaXiv:202303.08796v1

摘要 “清洁饮水和卫生设施”（SDG 6）是联合国17个可持续发展目标之一，但截至目前，世界并未走在实现SDG 6的正确轨道上。为了改变这种状况并重新带领世界走上实现SDG 6的道路，联合国倡议并启动了包括融资、数据和信息、能力发展、创新、治理5个方面内容的“SDG 6全球加速框架”。文章从服务于SDG 6指标监测评估的数据和信息角度，分析了当前全球范围内的数据进展、地球大数据技术在SDG 6指标监测评估中的应用情况，总结了全球SDG 6监测评估中存在的2个方面问题：（1）仍缺乏可持续生产的高精度指标数据集；（2）缺乏集数据获取、指标计算、目标评估为一体的运行化系统。在此基础上，提出了建立面向SDG 6全目标指标体系监测评估的标准化统计报表与技术指南，以及搭建系统平台的建议。

关键词 地球大数据，清洁饮水与卫生设施，对地观测，可持续发展

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20210705007

1 SDG 6 实现情况

2030年之前确保所有人拥有“清洁饮水和卫生设施”（SDG 6）是联合国17个可持续发展目标（SDGs）之一。然而，根据联合国水机制（UN Water）发布的最新评估报告，在新冠肺炎疫情暴发之前，世界就已经偏离了SDG 6的正确轨道[1]。当前，全世界仍有22亿人生活在没有安全管理的饮用水和卫生设施的环境

*通信作者
资助项目：中国科学院战略性先导科技专项（A类）（XDA19090120、XDA19030203、XDA19040500）
修改稿收到日期：2021年7月30日

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08796v1

中。许多饮用水源正在枯竭，水污染在加剧，而高耗水工业、农业和能源行业还在持续增长，以满足不断扩大的人口的需求。为了应对和解决这些现存的挑战，亟待迅速改变过去指导水管理政策和投资的经济、工程和管理框架，并通过发挥创造力、提升研究与创新能力，制定可持续保护和开发水资源的全新解决方案，确保科学和公平地用水[2]，以便重新带领世界走上实现可持续水资源管理目标的道路。

2020 年 7 月 9 日，在联合国可持续发展高级别政治论坛期间，“SDG 6 全球加速框架”（The SDG 6 Global Acceleration Framework）在联合国 11 个专门机构和 40 个国际组织代表共同见证下正式启动。该加速框架动员联合国各机构、各国政府、民间社会、私营部门和其他利益攸关方参与 5 个跨领域的“加速器”——融资、数据和信息、能力发展、创新、治理，以推动解决当前全球存在的清洁饮水和卫生设施问题的进展（图 1）[3]。在这 5 个“加速器”中，数据和信息是指通过数据生产、验证、标准化和信息交换（包括利用连贯一致的数据、创新的方法和工具）来优化涉水指标的监测和评估。

根据《2021 年度 SDG 6 进展摘要报告》（*Summary Progress Update 2021: SDG 6 — Water and sanitation for all*），联合国成员国平均拥有 SDG 6 指标体系中约 2/3 的数据，有 38 个成员国拥有的数据不到指标的一半。虽然这些指标数据对于评估全球 SDG 6 总体进展情况是有效的，但在国家和国家以下空间尺度范围内的政策、决策和规划方面还需要更详细的数据。因此，迫切需要通过发展技术和体制能力及基础设施，进一步提高国别尺度监测 SDG 6 的能力。

2 SDG 6监测评估数据现状

根据最新的评估，SDG 6 的 11 个指标（表 1）中，SDG 6.1.1、SDG 6.2.1、SDG 6.3.1 和 SDG 6.3.2 仍处于有方法无有效数据状态（Tier II）①；其余的指标虽然有方法也有数据，但因大部分数据依赖于各成员国报送或确认，受各自监测能力手段和管理处理方式差异等的影响，很多指标数据仍处于缺失或不连续状态。

SDG 6.1.1 和 SDG 6.2.1 监测评估的数据来源为独立住户调查或成员国监管机构统计结果。根据世界卫



图 1　SDG 6 全球加速框架 5 大行动方向[3]

Figure 1　Five accelerators of SDG 6 Global Acceleration Framework[3]

① IAEG-SDGs. Tier Classification for Global SDG Indicators. (2020-12-28)[2021-07-04]. https://unstats.un.org/sdgs/iaeg-sdgs/tier-classification/.

ChinaXiv合作期刊

表1 SDG 6 具体目标、子指标及指标层级

Table 1 Targets and indicators of SDG 6 and their classification status

具体目标	子指标	指标层级*
6.1 获得安全和负担得起的饮用水	6.1.1 使用得到安全管理的饮用水服务的人口比例	Tier II
6.2 享有适当和公平的环境卫生和个人卫生	6.2.1 使用（a）得到安全管理的环境卫生设施服务和（b）提供肥皂和水的洗手设施的人口所占的比例	Tier II
6.3 改善水质	6.3.1 安全处理废水的比例	Tier II
	6.3.2 环境水质良好的水体比例	Tier II
6.4 提高用水效率	6.4.1 按时间列出的用水效率变化	Tier I
	6.4.2 用水紧张程度：淡水汲取量占可用淡水资源的比例	Tier I
6.5 水资源综合管理	6.5.1 水资源综合管理的执行程度（0—100）	Tier I
	6.5.2 制定有涉水合作业务安排的跨界流域的比例	Tier I
6.6 保护和恢复与水有关的生态系统	6.6.1 与水有关的生态系统范围随时间的变化	Tier I
6.a 扩大向发展中国家提供的国际合作和能力建设支持	6.a.1 作为政府协调开支计划组成部分的与水和环境卫生有关的官方发展援助数额	Tier I
6.b 支持和加强地方社区参与改进水和环境卫生管理	6.b.1 已经制定业务政策和流程以促进当地社区参与水和环境卫生管理的地方行政单位的比例	Tier I

* Tier分类用于表征各可持续发展指标监测评估方法和数据状态，分为Tier I、Tier II和Tier III 3类；其中，Tier I为指标定义清晰、有明确的计算评估方法，兼具有效的监测评估数据；Tier II为指标定义清晰、有明确的计算评估方法，但还缺乏监测评估数据；Tier III为指标还没有国际上确定的方法或标准

* Tier classification is used to characterize the monitoring and evaluation methods and data status of various sustainable development indicators. It is divided into Tier I, Tier II, and Tier III. Among them, Tier I refers to the indicators with clear definition and evaluation methods, and effective monitoring data; Tier II refers to the indicators with clear definition and evaluation methods, but there is still a lack of monitoring data; Tier III refers to the indicator that has not been determined methods or standards

生组织和联合国儿童基金会饮用水和卫生设施联合监测方案2017年的报告，几乎所有国家都提供了基本饮用水和卫生服务数据，其中有96个国家提供了安全管理的饮用水和卫生服务数据[4]。

SDG 6.3由2个指标组成。SDG 6.3.1监测评估的数据主要来源于国家职能部门（如水、卫生、环境、公共服务、统计等）调查和统计的废水产生和处理总量②。然而，目前关于产生和处理的废水量等数据仍相对缺乏，多数国家对工业废水排放的监测能力不足；一些国家也不单独报告家庭产生的生活废水量，只能通过进入家庭的供水总量进行估算[5]。SDG 6.3.2监测评估的数据主要来源于现场测量和室内测试获取的河流、湖泊和地下水的水质数据。各国和地区可以选择对水质评估和管理具有代表性和重要意义的河流、湖泊和地下水来进行监测。目前，许多发达国家已经建立了长期的水质监测项目，但大多数国家仍然未能形成定期的水质数据监测报告[5]。

SDG 6.4要求提高用水效率，确保淡水的可持续开采和供应，解决水资源短缺问题，它包括SDG 6.4.1和SDG 6.4.2 2个指标。指标计算所需的数据是由成员国指定机构在国家一级收集的技术（节水）或经济（增加值）的行政数据，这些数据来自统计年鉴、水资源公报和灌溉管理制度等。数据的获取通过联合国粮农组织（FAO）全球水与农业信息系统

② UN WATER. Integrated Monitoring Guide for Sustainable Development Goal 6 on Water and Sanitation—Targets and global indicators. (2017-07-01) [2021-07-04]. https://www.unwater.org/publications/sdg-6-targets-indicators/.

chinaXiv:202303.08796v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08796v1

（AQUASTAT）和水与农业统计调查问卷来收集。在2010—2020年统计调查周期内，AQUASTAT系统中收录的168个国家中有99个国家上报了数据③。

SDG 6.5.1 和 SDG 6.5.2 为水资源综合管理指标，评价的是管理政策、法律法规、举措工具及效益等；其数据来源为各个成员国水资源管理部门组织的问卷调查统计和上报结果。在2020年的评估中，联合国193个成员国中有185个国家上报了水资源综合管理执行情况评估数据[6]；而在国家统计系统中，提供了154个有跨界流域的国家的数据④。

SDG 6.6.1 指标包括与水有关的生态系统的空间范围（Sub-Indicator 1）、湖泊和人工水体水质（Sub-Indicator 2）、河流及三角洲流量（Sub-Indicator 3）、涉水生态系统质量（Sub-Indicator 4）、地下含水层水量（Sub-Indicator 5）5个二级指标。得益于卫星对地观测技术的发展，已有不少全球和区域尺度产品支持Sub-Indicator 1和2的年度监测与评估[7]。Sub-Indicator 3—5依赖于现场观测资料的获取或者模型模拟结果，因此只有部分国家可以提供较为全面的数据⑤。

SDG 6.a.1 和 SDG 6.b.1 同样是资金投入和管理政策类指标，数据的获取通过各成员国负责机构组织填报由 UN Water 提供的全球卫生和饮用水分析和评估（GLAAS）调查问卷表来完成。根据2017年的统计结果，全球仅50%—80%的成员国提供了有效的数据[8]。

3 地球大数据技术在 SDG 6 指标监测评估中的应用

3.1 SDG 6 单指标监测与评估

如前文所述，SDG 6下的所有指标都属于有明确的定义和监测评估方法的范畴。对于大部分反映基础设施建设、资金投入、管理政策变化方面的指标，监测和评估方法改进和发展的重点是优化、完善调查与统计报表内容和填报方式两个方面，相关研究工作主要由联合国各分支管理机构在推进。对于其他指标，则可利用以空间对地观测为主的地球大数据技术进行优化和提升[9]。目前，美国国家航空航天局（NASA）、欧洲航天局（ESA）和中国国家航天局（CNSA）的各种空间对地观测计划及相关的技术手段正在支撑SDG 6.1、SDG 6.3—6.6和SDG 6.a的监测与评估。这些空间技术手段通过远程感知、定期重访、快速信息提取来实现高时空分辨率的监测，可以节省资金、节约时间，同时提供更为准确和全面的评估结果[10]。

重力卫星、光学和雷达卫星数据可以应用于水资源获取和高效利用（SDG 6.1 和 SDG 6.4）监测与评估。例如，重力卫星（GRACE 和 GRACE-FO）通过监测地球重力变化来评估大范围地下水动态变化，并据此评估水资源短缺情况及指导采取必要的应对行动[11]；综合利用陆地卫星（Landsat 5/7/8）和哨兵卫星（Sentinel-1/2）可以获取地表水体的分布范围及变化情况，这些数据可以用来指导水库水资源的分配调度[12]。

对地观测技术应用于水质监测（SDG 6.3）正成为一个热点研究领域。Landsat 系列卫星影像和 Sentinel-2 影像，结合 Sentinel-3 海洋和陆地彩色成像光谱仪（OLCI）、中分辨率成像光谱仪（MODIS）和可见光红外成像辐射仪（VIIRS）等传感器影像，可以监测总悬浮物（TSS）、叶绿素a、藻蓝蛋白和蓝藻[14]。通过监测因这些物质引发的水色变化来监测水体浊度和藻华等，从而反映水质的优良情况[13,14]。不过空间技术无法完全取代观测，因此需要实测数据对算法进行标定后方能用于水质状况的监测评价。

③ FAO. AQUASTAT-FAO's Global Information System on Water and Agriculture. [2021-07-04]. http://www.fao.org/aquastat/en/.
④ UNESCO. Hydrology (IHP). [2021-07-04]. https://en.unesco.org/themes/water-security/hydrology.
⑤ UNEP. Indicator 6.6.1 “Change in the extent of water-related ecosystems over time”. [2021-07-04]. http://www.sdg6monitoring.org/indicators/target-66/indicators661/.

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08796v1

卫星遥感的实时、客观和公开共享的特性在指导和促进各国水资源综合管理（SDG 6.5）方面具有重要作用，特别在有跨界河流的国家之间的协调管理方面。对于有跨界流域的国家来说，掌握客观准确的监测数据，是支撑水资源分配和水环境保护与跨境补偿谈判的前提基础；而在这些区域，观测基础都比较薄弱，卫星遥感技术就有了巨大的优势[15]。

监测和评估湿地、河流、地下水含水层和湖泊等涉水生态系统是对地观测技术最能发挥作用的可持续发展目标方向——SDG 6.6。利用 Landsat 5/7/8、Sentinel-1/2 和国产高分系列卫星（GF 1/2/6）等的卫星影像，基于大数据云计算平台、机器学习与深度学习等方法，可以准确获取涉水生态系统分布范围随时间的变化情况[16,17]。例如，欧洲联合研究中心（JRC）构建的全球 1985—2019 年“地表水数据集”（Global Surface Water）为各国提供了评估 SDG 6.6.1 指标进展的统一来源的标准数据⑥。

3.2 SDG 6 指标监测评估集成应用

在联合国水资源 SDG 6 数据门户⑦网站上，综合利用站点监测、问卷调查、统计上报和空间观测等多源数据，通过数据和图表给出了各成员国（或地区）11 个涉水指标的最新进展情况。然后，由于许多国家的监测站网稀疏、数据获取上报延时，无法为监测和评估提供实时有效数据，在全球层面还无法准确地给出各国关于废水处理、水质状况、用水效率和涉水生态系统状况等方面的准确评价[12]。综合利用空间对地观测、地面观测站网、移动互联网等多源空间数据，以及集成耦合机器学习、深度学习和云计算技术的地球大数据分析技术[18]为解决这些数据缺失、不全、不及时等问题提供了解决思路和途径。

3.2.1 “水观测门户网”（Space4Water Portal）

2016 年，联合国外层空间事务处（UNOOSA）与苏尔坦·本·阿卜杜勒-阿齐兹王子国际水资源奖（PSIPW）签署谅解备忘录，以合作促进其共同目标，特别是利用空间对地观测技术增加获取和可持续管理水的机会和能力。通过这一合作，UNOOSA 开发并推出了一个以空间信息技术促进水管理为重点的门户网站——“水观测门户网”⑧。

“水观测门户网”是一个多方利益攸关者平台，用于就空间技术和与水有关的主题进行跨学科知识交流。它为空间技术和涉水相关的利益攸关方服务，旨在加强技术提供与管理应用方之间的联系。其主要服务内容为连接活跃在该领域的组织，分享有关项目、倡议、卫星观测任务、软件、能力建设和培训材料、会议、研讨会及新闻和出版物的信息，信息以用户友好的格式进行分类和公开共享。

3.2.2 “淡水生态系统探测平台”（Freshwater Ecosystems Explorer）

“淡水生态系统探测平台”是由联合国环境规划署（UNEP）联合欧洲联合研究中心和谷歌公司共同搭建的一个服务于 SDG 6.6.1 监测和评估的公共数据平台。它提供准确、最新、高分辨率的地理空间数据，并通过图表方式给出了联合国各成员国及全球其他特别行政单元淡水生态系统随时间变化的程度⑨。该平台通过提供支持、推动保护和恢复淡水生态系统的数据，使各国能够跟踪实现 SDG 6.6 部分指标的进展情况。

目前，该平台中收录了针对 SDG 6.6.1 Sub-Indicator 1 和 2 监测评估的永久和季节性地表水、水库、湿地、红树林和水质等数据集，相关的数据可以根据国

⑥ Hannay G. Using Satellite Imagery to Report Changes to Water Bodies for SDG 6.6.1. (2020-11-25)[2021-08-02]. https://datasciencecampus.ons.gov.uk/using-satellite-imagery-to-report-changes-to-water-bodies-for-sdg-6-6-1/.

⑦ The UN-Water SDG 6 Data Portal (https://www.sdg6data.org/).

⑧ UNOOSA. Space4water Portal. [2021-07-04]. https://www.space4water.org/.

⑨ UNEP. Freshwater Ecosystems Explorer. [2021-07-04]. https://www.sdg661.app/.

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08796v1

家、地区和流域等单元进行可视化或下载。其中，永久和季节性地表水、水库数据来源于欧洲联合研究中心发展的“地表水数据集”及衍生产品[19]，湿地数据集由 DHI-GRAS 公司提供[20]，红树林数据集使用的是“全球红树林观测”（Global Mangrove Watch）产品[21]，湖泊浊度和营养状态指数数据来自欧盟“哥白尼土地服务计划”（Copernicus Global Land Service）⑩。

3.2.3 中国科学院利用地球大数据技术支撑SDG 6监测评估的实践

2018 年至今，中国科学院战略性先导科技专项（A 类）“地球大数据科学工程”（CASEarth）积极探索地球大数据服务联合国《变革我们的世界：2030 年可持续发展议程》的落实，重点是实现地球大数据向 SDGs 相关应用信息的转化、为 SDGs 落实提供决策支持、构建地球大数据支持 SDG 指标体系和集成、从地球系统的角度研究各目标间的关联和耦合[22]。根据地球大数据的优势和 SDG 指标体系的特点，SDG 6“清洁饮水和卫生设施”作为五大 SDGs 实践应用目标之一被遴选出来并开展先期案例研究。

经过 2019 和 2020 年的实践，CASEarth 共组织开展案例研究 16 项——2019 年 5 项，2020 年 11 项；根据研究区域划分，中国案例 8 项，“一带一路”沿线案例 8 项。研究涉及的目标包括SDG 6.1、SDG 6.3、SDG 6.4 和 SDG 6.6。所有案例中，在数据产品上有创新贡献的案例有 17 个，如：基于地球大数据的全国大型湖泊时间序列透明度数据集（2000—2019 年，时间频率为每月 1 期，空间分辨率为 1 km）、高精度湿地变化数据集（2015—2018年，空间分辨率为 30 m）、“一带一路”沿线大型水体透明度时空分布数据集（2015 年、2018 年，空间分辨率为 500 m）、长时序列地表水体动态分布数据集（2000—2018 年，空间分辨率为 250 m）、长时序全球农作物水分利用效率数据集（2000—2019 年，空间分辨率为 1 km）等；在方法模型上有创新贡献的案例有 9 个，如：基于水体色度指数的普适性强的透明度反演方法、基于多源遥感数据时空数据融合并结合本地作物生长过程的农作物水分利用效率评估方法等；在决策支持上有贡献的案例有 12 个[22-24]。

4 SDG 6 指标监测评估的问题与建议

4.1 存在的问题

虽然，在联合国明确的指标体系及评估方法框架下，联合国机构及各个成员国所属研究团体通过项目合作、经验和数据分享，在监测和评估 SDG 6 方面取得了长足的进步；但正如本文开篇所述，全世界在涉水数据获取和知识发现方面的能力水平与实际监测评估工作的需求之间还存在着很大的差距，总结起来主要为 2 个方面的问题。

（1）仍缺乏稳定可持续生产的高精度指标数据集。尽管以 NASA、ESA 和中国科学院空天信息创新研究院等为代表的空间对地观测研究机构研究发展了大量关于地表水分布、水质、湿地变化等时空连续数据集，但受资金保障和人员队伍变动，以及数据和算法标准不统一等影响，还缺乏针对特定指标的、客观准确的、可持续生产供应的标准数据集产品。

（2）缺乏集数据获取、指标计算、目标评估为一体的运行化系统。当前，国内外与 SDG 6 相关的门户网站和数据平台功能定位为单向的数据和信息成果展示，以及数据查询与下载。因此，用户在获取到数据后，还需根据评估指标推荐的算法开展单独的数据处理与分析。对于大部分非专业用户而言，无法有效地利用好这些数据和信息。因此，亟待设计和研发流程简单、具有数据获取、指标计算和目标进展评估全部

⑩ JRC. Copernicus Global Land Service. [2021-07-04]. https://land.copernicus.eu/global/products/lwq.

ChinaXiv合作期刊

功能于一体的运行化系统。

4.2 建议

面对上述问题，CASEarth 针对地球大数据可有效支撑的 SDG 6.3、SDG 6.4、SDG 6.6 设计了包括遥感影像数据处理、专题产品生产和可持续发展指标计算功能于一体的系统架构，并完成了原型系统试验研究，如：用于卫星遥感影像标准化处理的 DataBank 系统、可用于地表水分布自动提取和地表水分布变化分析的地球大数据挖掘分析云服务系统 EarthDataMiner[25]等。这些研究为进一步扩展和综合集成 SDG 6 监测评估目标和指标奠定了基础。将来为实现国家、省级、市级、县级等尺度空间范围内 SDG 6 进展监测与评估，需做好以下 2 个方面的基础工作。

（1）建立面向 SDG 6 全目标指标体系监测评估的标准化统计报表与技术指南。参考 UN Water 综合监测计划关于国家尺度 SDG 6 指标监测的方法指南①，针对省、市和县级行政单元数据管理机构与政策实际及数据时空分辨率的要求，制定面向 SDG 6 全目标指标体系监测评估的标准化统计报表与技术指南，以方便各级政府部门及科研支撑机构能在统一的标准下组织或参与监测评估工作。

（2）搭建服务于国家、省级、市级和县级行政区 SDG 6 监测评估应用的系统平台。参照建立的面向 SDG 6 全目标指标体系监测评估的标准化统计报表与技术指南，设计开发包含 SDG 6 所有指标集的基础数据收集调查、指标监测数据集生产、指标状态评估、成果展示与报告自动生成等功能于一体的系统平台，以服务于国家、省级、市级和县级行政区 SDG 6 监测与评估应用实践。

致谢 中国科学院空天信息创新研究院胡光成、蒋敏、陈琪婷和唐海龙，中国科学院东北地理与农业生态研究所毛德华和贾明明，以及中国科学院西北生态环境资源研究院宋晓谕在文章撰写过程中提供了文献综述素材，特此感谢。

参考文献

1 UN-Water. Summary Progress Update 2021: SDG 6—Water and sanitation for all. Geneva: UN-Water, 2021.

2 Sadoff C W, Borgomeo E, Uhlenbrook S. Rethinking water for SDG 6. Nature Sustainability, 2020, 3(5): 346-347.

3 UN Water. The Sustainable Development Goal 6 Global Acceleration Framework. Geneva: UN-Water, 2020.

4 WHO, UNICEF. Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. Geneva: WHO, UNICEF, 2017.

5 WHO, UN-HABITAT. Piloting the Monitoring Methodology and Initial Findings for SDG Indicator 6.3.1. Geneva: WHO, UNHABITAT, 2018.

6 UN Environment. Progress on Integrated Water Resources Management. Global Baseline for SDG 6 Indicator 6.5.1: Degree of IWRM Implementation. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2018.

7 Hakimdavar R, Hubbard A, Policelli F, et al. Monitoring water-related ecosystems with earth observation data in support of Sustainable Development Goal (SDG) 6 reporting. Remote Sensing, 2020, 12(10): 1634.

8 WHO, UN-Water. UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2017 Report: Financing Universal Water, Sanitation and Hygiene under the Sustainable Development Goals. Geneva: WHO, UN-Water, 2017.

9 UNOOSA. European Global Navigation Satellite System and

① UN Water. Monitoring water and sanitation in the 2030 Agenda for Sustainable Development Integrated Monitoring Initiative for SDG 6. (2020-01-09)[2021-07-04]. http://www.sdg6monitoring.org.

chinaXiv:202303.08796v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.08796v1

Copernicus: Supporting the Sustainable Development Goals. Vienna: United Nations, 2018.

10 Chuvieco E. Fundamentals of Satellite Remote Sensing. 2nd Ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

11 Sun A Y. Predicting groundwater level changes using GRACE data. Water Resources Research, 2013, 49(9): 5900-5912.

12 Sheffield J, Wood E F, Pan M, et al. Satellite remote sensing for water resources management: Potential for supporting sustainable development in data-poor regions. Water Resources Research, 2018, 54(12): 9724-9758.

13 Wang S L, Li J S, Zhang B, et al. Trophic state assessment of global inland waters using a MODIS-derived Forel-Ule index. Remote Sensing of Environment, 2018, 217: 444-460.

14 Wang S L, Li J S, Zhang B, et al. Changes of water clarity in large lakes and reservoirs across China observed from long-term MODIS. Remote Sensing of Environment, 2020, 247: 111949.

15 Guzinski R, Kass S, Huber S, et al. Enabling the use of earth observation data for integrated water resource management in Africa with the water observation and information system. Remote Sensing, 2014, 6(8): 7819-7839.

16 Amani M, Mahdavi S, Afshar M, et al. Canadian wetland inventory using Google Earth Engine: The first map and preliminary results. Remote Sensing, 2019, 11(7): 842.

17 Mao D H, Wang Z M, Du B J, et al. National wetland mapping in China: A new product resulting from object-based and hierarchical classification of Landsat 8 OLI images. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2020, 164: 11-25.

18 Guo H D. Big Earth data: A new frontier in Earth and information sciences. Big Earth Data, 2017, 1(1/2): 4-20.

19 Pekel J F, Cottam A, Gorelick N, et al. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature, 2016, 540: 418-422.

20 Tottrup C, Druce D, Tong X, et al. The Global Wetland Extent: Towards A High-resolution Global-level Inventory of the Spatial Extent of Vegetated Wetlands. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2020.

21 Bunting P, Rosenqvist A, Lucas R, et al. The global mangrove watch—A new 2010 global baseline of mangrove extent. Remote Sensing, 2018, 10(10): 1669.

22 郭华东. 地球大数据支撑可持续发展目标报告（2019）. 北京: 科学出版社, 2019.

23 郭华东. 地球大数据支撑可持续发展目标报告（2020）：中国篇. 科学出版社, 2020.

24 郭华东. 地球大数据支撑可持续发展目标报告（2020）：“一带一路”篇. 科学出版社, 2020.

25 Liu J, Wang W, Zhong H. EarthDataMiner: A cloud-based Big Earth Data Intelligence Analysis Platform. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 509: 012032.

ChinaXiv合作期刊

Progress and Prospect on Monitoring and Evaluation of United Nations SDG 6 (Clean Water and Sanitation) Target

LU Shanlong[1,2*] JIA Li[2] JIANG Yunzhong[3] WANG Zongming[4] DUAN Hongtao[5,6]
SHEN Ming[5] TIAN Yu[3] LU Jing[2]

(1 International Research Center of Big Data for Sustainable Development Goals, Beijing 100094, China;
2 Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China;
3 China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100048, China;
4 Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130102, China;
5 Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China;
6 College of Urban and Environment, Northwest University, Xi'an 710127, China)

chinaXiv:202303.08796v1

Abstract Clean water and sanitation (SDG 6) is one of the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations, but so far, the world is not on the right track to achieve SDG 6 targets. In order to change this situation and lead the world to achieve the goal of sustainable water resources management, the United Nations initiated the SDG 6 global acceleration framework including financing, data and information, capacity development, innovation, and governance. From the perspective of data and information that serving SDG 6 target monitoring and evaluation, this study analyzes the current global data progress, the role of Big Earth Data, technology, and the integrated application in SDG 6 target monitoring and evaluation. The study summarizes two problems in the global SDG 6 monitoring and evaluation: 1) There is still a lack of sustainably provided high-precision indicator monitoring data set. 2) Lack of operational system integrating data acquisition, indicator calculation and target evaluation. On this basis, the study proposes to establish standardized statistical forms and technical guidelines, to build a system platform for the monitoring and evaluation of all the SDG 6 targets and indicators.

Keywords Big Earth Data, clean water and sanitation, earth observation, sustainable development



卢善龙 中国科学院空天信息创新研究院副研究员。世界自然保护联盟（IUCN）世界保护地委员会淡水资源专家小组成员。长期从事地表水遥感研究，中国科学院战略性先导科技专项（A类）“地球大数据科学工程”子课题“地球大数据支撑水安全可持续发展目标研究”负责人。近年来承担国家重点研发计划、国家自然科学基金、青藏高原第二次科学考察、水利部行业专项及其他项目（课题、专题）等20余项。共发表学术论文60余篇，申请软件著作权8项、发明专利5项、实用新型专利2项。作为章节负责人参与撰写了联合国环境署《环境与可持续发展目标进展评估报告》《地球大数据支撑可持续发展目标报告（2019）》。E-mail: lusl@aircas.ac.cn

LU Shanlong Associate Professor of Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences (CAS), Member of the Freshwater Resources Expert Group of the IUCN World Commission on protected areas. He specializes in surface water remote sensing. In recent years, he is responsible for more than 20 projects, their sponsorship includes the National Key Research and Development

*Corresponding author

ChinaXiv合作期刊

Program of China, the National Natural Science Foundation of China, the Second Tibetan Plateau Scientific Expedition and Research Program, Industry Special Projects of the Ministry of Water Resources, and so on. He has published more than 60 academic papers, and successfully applied for 8 software copyrights, 5 invention patents, and 2 utility model patents. As the chapter leading author, he participated in writing the report of *Measuring Progress Environment and the SDGs* of the United Nations Environment Programme and the report of *Big Earth Data in Support of the Sustainable Development Goals (2019)*. At present, he is the sub-project leader of "Research on Sustainable Development Goals of Water Security Supported by Big Earth Data" of the Category A Strategy Priority Research Program of Chinese Academy of Sciences. E-mail: lusl@aircas.ac.cn

chinaXiv:202303.08796v1

■责任编辑：岳凌生